

В. И. МИХЕЕНКО

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 14 VI 1971)

Кимберлитовые трубки, в современном представлении, являются вулканическими воронками ⁽¹⁾, образовавшимися при взрыве магматических газов на глубинах от 1600—3000 м ⁽²⁾ до 40 км ⁽³⁾. Но этому представлению противоречит большой фактический материал по кимберлитам и физические представления о взрыве.

Кимберлитовые трубки с формой, близкой к круговому цилиндру, очень редки, и обычно они наиболее крупные. Размеры их на поверхности колеблются от 10×14 до 1525×1068 м. С глубиной эти величины уменьшаются, и через 200—1000 м трубки постепенно переходят в дайки. Иногда кимберлиты образуют в осадочных породах, перекрытых пластами долеритов, крупные силлы ⁽⁴⁾. Нарушения пород вокруг кимберлитовых трубок в виде трещин и сдвигов измеряются лишь десятками сантиметров, редко встречаются плавные изгибания слоев вверх на высоту до 10—15 м, иногда нарушения имеют форму небольших антиклинальных складок.

Характерной особенностью кимберлита является полное отсутствие термального воздействия на ксенолиты и вмещающие породы, что отвергает его магматическое происхождение ⁽⁴⁾.

Определить степень соответствия между реальными формами кимберлитовых трубок и предполагаемыми воронками взрыва можно обратиться к физическим представлениям. Воронка взрыва в идеализированном виде представляет собой опрокинутый конус вращения с вершиной в центре взрывающегося вещества. В диапазоне мощности ядерных взрывов диаметр и глубина воронки возрастают приблизительно пропорционально полной выделяющейся энергии в степени $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ соответственно. Следовательно, при увеличении мощности взрыва образующиеся воронки становятся относительно более мелкими ⁽¹¹⁾. Форма и размеры вулканических и метеоритных кратеров на Земле могут служить подтверждением данного определения. Аризонский кратер имеет диаметр 1200 м и глубину 300—340 м. Взрыв вулкана Шивелуч (Камчатка) в 1964 г. образовал кратер с диаметром 1,5×3 км и глубиной 700 м ⁽⁷⁾.

Считается, что газовый пузырь в магматическом очаге, в отличие от динамита или ядерного заряда, вряд ли взорвется, пока вес кровли превосходит давление в пузыре. Поэтому природные взрывы типа вулканических происходят на оптимальной глубине, что исключает приповерхностные и слишком глубокие взрывы, дающие камуфлет или узкий и глубокий кратер ⁽⁹⁾.

Р. Б. Болдуин ⁽²⁾ и Л. Б. Ронка ⁽⁹⁾, используя данные о воронках и кратерах, сформированных различными по природе взрывами, получили на графиках наглядную зависимость между их формой и размерами. Они показали, что для воронок и кратеров, образованных взрывами снарядов, бомб, ядерных устройств, магматических газов и метеоритов, соотношения между глубиной и диаметром составляют единую последовательность.

Если магматические очаги кимберлитовых трубок, расположенных в пределах Тунгусской синеклизы, находились на глубине порядка 1,5—3 км, то, согласно графику Болдуина, диаметр трубки «Мир» должен быть равен 30—50 км (максимальный диаметр трубки 490 м). Кимберлитовая трубка «Кимберлит» (Южная Африка) на глубине 1052 м переходит в дайку. Если предположить, что здесь взрыв магматических газов произошел на небольшом превышении над дайкой, диаметр трубки должен быть в настоящее время равен около 20 км. В соответствии с новыми данными, взрывы магматических газов при образовании кимберлитовых трубок происходили на глубине порядка 40 км⁽⁵⁾. При такой глубине магматических камер диаметры кимберлитовых трубок, согласно графику Ронка, должны быть не менее 1000 км.

Для всех центральных тел внедрения, независимо от генезиса слагающих пород, характерна наблюдаемая на дневной поверхности округлая форма. Она присуща магматическим куполам, соляным штокам, ультрабазитовым и карбонатитовым массивам и кимберлитовым трубкам. Относительно соляных штоков в настоящее время доказано, что чем глубже залегает пласт соли, тем более форма сечения этих штоков на поверхности приближается к кругу⁽¹⁴⁾.

Весь процесс вязкого течения горных пород по трещинам в литосфере всегда стремится к состоянию с минимальным расходом механической энергии. Одним из главных факторов, определяющих такое состояние, является форма потока. Как показали опыт и наблюдения, энергетически наиболее выгодной формой для него является круглый цилиндр. В потоке горной массы, поднимающейся по трещине, максимальным количеством механической энергии будут обладать струи, расположенные в наиболее широких ее участках. Такие струи будут активно механически воздействовать на вмещающие породы в стремлении создать себе наиболее выгодный путь перемещения в форме круглого цилиндра.

При помощи теоретического моделирования, используя и фактический материал, можно представить механизм образования кимберлитовых трубок в следующем виде. Рождение кимберлитовых трубок в центре Сибирской платформы произошло во второй половине триасового периода, в условиях интенсивного подъема и растяжения земной коры. Если образовавшиеся в коре трещины не достигали дневной поверхности, над ними возникали зоны горизонтального растяжения, что связано с неуплотненным состоянием пород в приповерхностных горизонтах.

Тектонические силы, явившиеся причиной таких нарушений в земной коре, одновременно воздействовали на глубоко залегавший кимберлит. Роль гидродинамически активной жидкой среды в кимберлите выполняла связующая масса, сложенная серпентином и карбонатом. Пластический кимберлит, заполнив под большим тектоническим давлением трещины растяжения на глубине, выше выдавливался, взламывая локально нарушенные тектогенезом породы литосферы. Всю эту брекчированную массу он захватывал и перемещал вверх. Слои приконтактных вмещающих пород выдавливаемый кимберлит дробил или пластически деформировал с образованием мелких складок или направленных вверх изгибов. Связующая масса проникала при этом в мельчайшие трещины и рыхлые пропластки окружающих трубку пород, увлекая за собой мелкие обломки минералов кимберлита.

Кимберлит, выжимаемый из трубок на дневную поверхность, уничтожался эрозией в условиях подъема местности. Если такому выжиманию кимберлита препятствовали базальты, возникали кимберлитовые sill.

Механизм образования кимберлитовых трубок является диапировым процессом. В принципе он присущ всем телам внедрения центрального типа, сложенным гипербазитами, серпентинитами, карбонатитами, солями, гипсами и разнообразными брекчиями. Все они имеют округлые контуры на поверхности, цилиндрическую форму, расположены на трещинах

растяжения земной коры, а слагающие их породы появились из глубин в текучем состоянии, выдавленные тектоническими силами. Кимберлитовые трубки, в соответствии с изложенными данными, могут именоваться кимберлитовыми диаширами или штоками.

Геолого-съемочная экспедиция
Иркутского геологического управления
Иркутск

Поступило
10 VI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. дю Тойт, Геология Южной Африки, ИЛ, 1957. ² Р. Б. Болдуин, В сборн. Взрывные кратеры на Земле и планетах, М., 1968. ³ В. Г. Васильев, В. В. Ковальский, Н. В. Черский, Происхождение алмазов, М., 1968. ⁴ В. И. Михеенко, Геология и геофизика, № 2 (1962). ⁵ М. М. Одинцов, Л. Г. Страхов, В сборн. Вулканы и тектогенез. Международн. геол. конгресс, XXIII сессия, Проблема 2, «Наука», 1968. ⁶ Л. Б. Ронка, В сборн. Взрывные кратеры на Земле и планетах, М., 1967. ⁷ Ю. Н. Рябинин, В. Н. Родионов, В сборн. Вулканизм и глубинное строение Земли. Тр. II Всесоюзн. вулкан. совещ., 3, «Наука», 1966. ⁸ А. Ф. Суханов, В сборн. Вопросы теории разрушения горных пород действием взрыва, Изд. АН СССР, 1958. ⁹ А. Л. Суханов, В кн. Проблемы геологии Луны, «Наука», 1969. ¹⁰ В. С. Трофимов, Сов. геол., № 11 (1968). ¹¹ П. Чедвик, А. Кокс, Г. Гопкинс, Механика глубинных подземных взрывов, М., 1966. ¹² Б. Л. Шнейерсон, Изв. АН СССР, сер. геол. и геофиз., № 6 (1947). ¹³ Ю. М. Шумейнер, В сборн. Взрывные кратеры на Земле и планетах, М., 1968. ¹⁴ В. G. Escher, Ann. Soc. geol. Belg. Bull., 79, № 1—4 (1955—1956).